

Docket No.: 60188-638

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Kazuko NISHIMURA, et al.	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: August 27, 2003	:	Examiner:
	:	
For: LASER DIODE DRIVER WITH EXTINCTION RATIO CONTROL	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop CPD
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

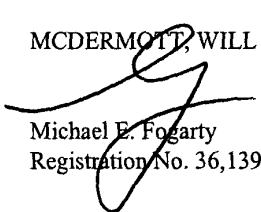
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claims the priority of:

Japanese Patent Application No. JP2002-257860, filed on September 3, 2002.

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY



Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

600 13th Street, N.W.
Washington, DC 20005-3096
(202) 756-8000 MEF:gav
Facsimile: (202) 756-8087
Date: August 27, 2003

60188-638

Kazuko NISHIMURA, et al

日 本 国 特 許 庁 August 28, 2003

JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 9月 3日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-257860

[ST.10/C]:

[JP2002-257860]

出 願 人

Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 4月25日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3030828

【書類名】 特許願

【整理番号】 2037640014

【提出日】 平成14年 9月 3日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01S 5/068

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 西村 佳壽子

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 木村 博

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100110939

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100110940

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115510

【弁理士】

【氏名又は名称】 手島 勝

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006010

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 消光比補償レーザ駆動回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発光回路と、
前記発光回路を駆動するための駆動回路と、
前記駆動回路から出力されるパルス電流にバイアス電流を付加するためのバイアス回路と、
前記発光回路の出力するモニタ光を受光するための受光回路と、
前記受光回路の出力を電流－電圧変換するための I / V 変換回路と、
前記 I / V 変換回路の出力電圧の最大値を検出するための最大値検出回路と、
前記 I / V 変換回路の出力電圧の平均値を検出するための平均値検出回路と、
前記最大値と第 1 の基準値とを比較し、結果を前記駆動回路へ帰還するための第 1 の比較回路と、
前記平均値と第 2 の基準値とを比較し、結果を前記バイアス回路へ帰還するための第 2 の比較回路とを備えたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 2】 請求項 1 記載のレーザ駆動回路において、
前記第 2 の基準値は前記第 1 の基準値から生成されることを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 3】 請求項 1 記載のレーザ駆動回路において、
前記第 2 の基準値は前記最大値検出回路で検出した最大値から生成されることを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 4】 請求項 1 記載のレーザ駆動回路において、
前記バイアス回路の最適な初期バイアス値を自動設定するための初期バイアス決定回路を更に備えたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 5】 請求項 1 記載のレーザ駆動回路において、
前記最大値検出回路で検出した最大値と前記第 1 の基準値との差が大きい場合には、前記パルス電流を急激に増減するためのアダプティブ駆動回路を更に備えたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 6】 請求項 1 記載のレーザ駆動回路において、

前記平均値検出回路で検出した平均値と前記第 2 の基準値との差が大きい場合には、前記バイアス電流を急激に増減するためのアダプティブバイアス回路を更に備えたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 7】 請求項 1 記載のレーザ駆動回路において、
前記発光回路の駆動電流の最大値を検出するための最大値検出回路と、
前記発光回路の駆動電流の平均値を検出するための平均値検出回路と、
前記 I / V 変換回路の出力電圧の最大値が前記第 1 の基準値より大きい場合には前記第 1 の比較回路から信号を受け、前記 2 つの最大値と 2 つの平均値より閾値電流を求める演算を行い、前記バイアス回路へ帰還を行うための閾値電流検出回路とを更に備えたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 8】 請求項 7 記載のレーザ駆動回路において、
前記閾値電流検出回路における検出精度を向上させるように、前記受光回路の出力電流を増幅するための増幅回路を更に備えたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 9】 請求項 1 記載のレーザ駆動回路において、
前記 I / V 変換回路の出力電圧の立ち上がりを検出するための第 1 の立ち上がり検出回路と、
前記 I / V 変換回路の出力電圧の立ち下がりを検出するための第 1 の立ち下がり検出回路と、
前記出力電圧の立ち上がりと立ち下がりとの時間差を演算するための第 1 の演算回路と、
前記発光回路の駆動電流の立ち上がりを検出するための第 2 の立ち上がり検出回路と、
前記発光回路の駆動電流の立ち下がりを検出するための第 2 の立ち下がり検出回路と、
前記駆動電流の立ち上がりと立ち下がりとの時間差を演算するための第 2 の演算回路と、
前記第 1 の演算回路の出力と前記第 2 の演算回路の出力とを比較し、結果を前記バイアス回路へ帰還するための第 3 の比較回路とを更に備えたことを特徴とす

るレーザ駆動回路。

【請求項 1 0】 発光回路と、

前記発光回路を駆動するための駆動回路と、

前記駆動回路から出力されるパルス電流にバイアス電流を付加するためのバイアス回路と、

前記発光回路の出力するモニタ光を受光するための受光回路と、

前記受光回路の出力を電流－電圧変換するための I / V 変換回路と、

前記 I / V 変換回路の出力電圧の最大値を検出するための最大値検出回路と、

前記 I / V 変換回路の出力電圧のデューティ比を検出し、前記バイアス回路へ帰還するためのデューティ検出回路と、

前記最大値と第 1 の基準値とを比較し、結果を前記駆動回路へ帰還するための比較回路とを備えたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 記載のレーザ駆動回路において、

前記デューティ検出回路は、前記 I / V 変換回路の出力電圧を受け取るチャージポンプ回路を備えたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 1 2】 請求項 1 0 記載のレーザ駆動回路において、

前記デューティ検出回路は、

前記 I / V 変換回路の正相及び逆相の出力電圧の平均値をそれぞれ検出するための 2 つの平均値検出回路と、

前記両平均値検出回路の出力を比較し、結果を前記バイアス回路へ帰還するための比較回路とを備えたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 記載のレーザ駆動回路において、

前記両平均値検出回路は、それぞれローパスフィルタ回路で構成されたことを特徴とするレーザ駆動回路。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、消光比補償機能を備えた A P C (Automatic Power Control) 方式レーザ駆動回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

光通信分野において、レーザダイオード（LD）からなる発光回路と、フォトダイオード（PD）からなる受光回路とを備えたレーザモジュールが知られている。発光回路のLDは、入力データに応じたパルス電流にバイアス電流が加えられて所定の光出力を行う一方、APC用のモニタ光を出力する。受光回路のPDは、LDの出力したモニタ光を受光し、光-電流変換を行う。この変換により得られた電流に基づいて、一定の光出力及び消光比が得られるようにPDのバイアス電流及びパルス電流の大きさが制御される。

【0003】

周知のように、温度変動、プロセス変動、長期間使用による劣化等に起因して、LDの閾値電流及び変換効率に変動が生じる。また、LD特性はメーカー、種類によって、閾値電流、変換効率、それらの温度による変動量等が全く異なる。LD-PDの結合効率も様々である。そこで、常に一定の光出力及び消光比を得るためには、バイアス電流及びパルス電流の大きさを適切に初期化し、かつ使用状態に応じて常に最適化する必要がある。

【0004】

ここで、温度変動に起因したLDの閾値電流及び変換効率の変動について、図1～図3を用いて説明する。

【0005】

図1は、低温（ T_1 ）、常温（ T_2 ）及び高温（ T_3 ）のうち、常温（ T_2 ）時における従来のLD駆動例を実線の電流-光変換特性（ $I-P$ 特性）12で示したものである。ここに、 I はLDへの注入電流（駆動電流）であり、 P は当該LDの光出力であり、 $I-P$ 特性の傾きが変換効率を表している。常温時の当該LDの閾値電流は I_{th2} であり、バイアス電流 I_b が閾値電流 I_{th2} と等しくなるように設定され（ $I_b = I_{th2}$ ）、入力データに従ったパルス電流 I_p がバイアス電流 I_b に重畳される。ここで、1:1のデューティ比（High期間:Low期間）を持つパルス電流 I_p が当該LDに与えられると、図示のような所望の高い消光比（ P_{max}/P_{min} ）を示し、かつ1:1のデューティ比を示す最大光出

力 P_{\max} 及び最小光出力 P_{\min} が得られる。

【0006】

図2は、高温 (T_3) 時における従来のLD駆動例を実線のI-P特性13で示したものである。高温時において、LDの閾値電流は I_{th3} ($> I_{th2}$) へと変化する、かつ変換効率は常温時に比べて低くなる。ところが、依然として常温 (T_2) 時と同じバイアス電流 I_b ($= I_{th2}$) 及びパルス電流 I_p が当該LDに与えられる場合には、図示の最大光出力 $P_{\max3}$ 及び最小光出力 $P_{\min3}$ のように、光出力 P の最大値が小さくなってしまい、消光比が劣化する。しかも、光出力 P のデューティ比が大幅に劣化してしまう。

【0007】

図3は、低温 (T_1) 時における従来のLD駆動例を実線のI-P特性11で示したものである。低温時において、LDの閾値電流は I_{th1} ($> I_{th2}$) へと変化する、かつ変換効率は常温時に比べて高くなる。ところが、依然として常温 (T_2) 時と同じバイアス電流 I_b ($= I_{th2}$) 及びパルス電流 I_p が当該LDに与えられる場合には、図示の最大光出力 $P_{\max1}$ 及び最小光出力 $P_{\min1}$ のように、光出力 P の最大値、最小値ともに大きくなってしまい、やはり消光比が劣化する。

【0008】

以上のとおり、図2のようにバイアス電流 I_b が閾値電流 I_{th3} を下回った場合には最大光出力、消光比及びデューティ比が急激に劣化し、また図3のようにバイアス電流 I_b が閾値電流 I_{th1} を上回った場合には消光比が大幅に劣化し、いずれも通信に支障をきたすといった問題が生じる。

【0009】

図4は、周囲温度によらず一定の最大光出力、消光比及びデューティ比が得られる理想的なLD駆動例を示している。すなわち、高温 (T_3) 時には、閾値電流の I_{th2} から I_{th3} への増大に対応してバイアス電流を I_{b3} ($= I_{th3}$) へと増大させ、かつ変換効率の減少に対応してパルス電流を I_{p3} へと増大させる。また、低温 (T_1) 時には、閾値電流の I_{th2} から I_{th1} への減少に対応してバイアス電流を I_{b1} ($= I_{th1}$) へと減少させ、かつ変換効率の増大に対応してパルス電流を I_{p1} へと減少させるのである。これにより、周囲温度によらず、常温 (T_2

）時と同じ最大光出力 P_{\max} 及び最小光出力 P_{\min} が常に得られることとなる。

【0010】

このような理想的な LD 駆動を実現するため、様々な試みがなされてきた。そのうちの 1 つの従来技術は、LD が出力するモニタ光を PD が光-電気変換して出力する電気信号を平均値検出回路及び尖頭値検出回路に入力し、両検出回路が出力した平均値出力電圧及び尖頭値出力電圧を演算回路に印加し、該演算回路にて平均値出力電圧の 2 倍の電圧と尖頭値出力電圧との差に比例する電圧を生成し、該生成した電圧をレーザ駆動回路の参照電圧設定端子又はバイアス電流制御端子へ帰還するとともに、平均値出力電圧をパルス電流制御端子へ帰還する構成をとることによって、光出力波形の振幅、上下対称性及び消光比を安定化するものである（特許文献 1）。

【0011】

【特許文献 1】

特開平 6 - 1 6 4 0 4 9 号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

上記従来技術では、平均光出力は一定になるものの、最小光出力が 0 に等しいものと仮定して平均値出力電圧の 2 倍の電圧と尖頭値出力電圧との差が 0 になるように制御を行っているため、実際には存在する最小光出力（ $\neq 0$ ）の大きさ分のオフセットの影響が出るという問題がある。

【0013】

また、上記従来技術では、バイアス電流が閾値電流を上回る場合に、平均光出力が基準値と等しいものの、光出力のデューティ比が 1 : 1 でなく、かつ平均値出力電圧の 2 倍の電圧と尖頭値出力電圧との差が 0 の状態で平衡状態となってしまいう可能性があり、所望の最大光出力、消光比及びデューティ比が得られない場合が生じる。

【0014】

本発明の目的は、温度変動、プロセス変動、長期間使用による劣化等に起因して LD の閾値電流及び変換効率に変動が生じた場合にも、当該 LD に与えるバイ

アス電流及びパルス電流を最適化することで、最大光出力、消光比及びデューティ比を常に一定に制御できるレーザ駆動回路を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明に係る第1の消光比補償レーザ駆動回路は、発光回路と、該発光回路を駆動するための駆動回路と、該駆動回路から出力されるパルス電流にバイアス電流を付加するためのバイアス回路と、前記発光回路の出力するモニタ光を受光するための受光回路と、該受光回路の出力を電流－電圧変換するためのI/V変換回路と、該I/V変換回路の出力電圧の最大値を検出するための最大値検出回路と、前記I/V変換回路の出力電圧の平均値を検出するための平均値検出回路と、前記最大値と第1の基準値とを比較して結果を前記駆動回路へ帰還するための第1の比較回路と、前記平均値と第2の基準値とを比較して結果を前記バイアス回路へ帰還するための第2の比較回路とを備えた構成を採用したものである。

【0016】

また、本発明に係る第2の消光比補償レーザ駆動回路は、発光回路と、該発光回路を駆動するための駆動回路と、該駆動回路から出力されるパルス電流にバイアス電流を付加するためのバイアス回路と、前記発光回路の出力するモニタ光を受光するための受光回路と、該受光回路の出力を電流－電圧変換するためのI/V変換回路と、該I/V変換回路の出力電圧の最大値を検出するための最大値検出回路と、前記I/V変換回路の出力電圧のデューティ比を検出して前記バイアス回路へ帰還するためのデューティ検出回路と、前記最大値と第1の基準値とを比較して結果を前記駆動回路へ帰還するための比較回路とを備えた構成を採用したものである。

【0017】

【発明の実施の形態】

図5は、本発明の第1の実施形態に係る消光比補償レーザ駆動回路のブロック図である。図5において、21はレーザモジュールであって、所定の光出力を行う一方、APC用のモニタ光を出力するように電流－光変換を行うレーザダイオ

ード (LD) からなる発光回路 2 1 a と、この発光回路 2 1 a の出力するモニタ光を受光するためのフォトダイオード (PD) からなる受光回路 2 1 b とで構成されている。2 2 は LD 駆動回路、2 3 はバイアス回路、2 4 は I/V 変換回路、2 5 は最大値検出回路、2 6 は平均値検出回路、2 7 は第 1 の比較回路、2 8 は基準値作成回路、2 9 は第 2 の比較回路である。

【0018】

LD 駆動回路 2 2 は、入力データ (DATA) に応じて発光回路 2 1 a を駆動するようにパルス電流 I_p を供給する。バイアス回路 2 3 は、LD 駆動回路 2 2 から出力されるパルス電流 I_p にバイアス電流 I_b を付加する。つまり、発光回路 2 1 a への注入電流 (駆動電流) I は $I_b + I_p$ に等しい。I/V 変換回路 2 4 は、受光回路 2 1 b の出力を電流-電圧変換する。最大値検出回路 2 5 は、I/V 変換回路 2 4 の出力電圧の最大値 V_{max} を検出する。平均値検出回路 2 6 は、I/V 変換回路 2 4 の出力電圧の平均値 V_{ave} を検出する。第 1 の比較回路 2 7 は、最大値検出回路 2 5 の出力した最大値 V_{max} と予め設定した第 1 の基準値 (第 1 の基準電圧) V_{ref1} とを比較し、その差が 0 になるように比較結果を LD 駆動回路 2 2 へ帰還することで、パルス電流 I_p をチャージ、ディスチャージする。基準値作成回路 2 8 は、第 1 の基準値 V_{ref1} から第 2 の基準値 (第 2 の基準電圧) V_{ref2} を生成する。第 2 の比較回路 2 9 は、平均値検出回路 2 6 の出力した平均値 V_{ave} と第 2 の基準値 V_{ref2} とを比較し、その差が 0 になるように比較結果をバイアス回路 2 3 へ帰還することで、バイアス電流 I_b をチャージ、ディスチャージする。

【0019】

図 5 の構成によれば、最大値 V_{max} を基準値 V_{ref1} と一致させることによって、LD の閾値電流や変換効率が大きくなった場合にも、小さくなった場合にも、図 4 に示したように最大光出力 P_{max} を一定に保ち、かつ 2 つの帰還ループで最大値 V_{max} 、平均値 V_{ave} をそれぞれ基準値 V_{ref1} 、 V_{ref2} と一致させることによって、図 4 に示したように、消光比及びデューティ比を常に一定に保つことができる。また、図 5 の構成では入力データ (DATA) のデューティ比は変更しないので、LD の変換効率が大幅に変動した場合でも光出力のデューティ比が劣化

しにくい。

【 0 0 2 0 】

図 6 は、図 5 中の基準値作成回路 2 8 の構成例を示している。つまり、第 2 の基準値 V_{ref2} の具体的な生成手法を示す。消光比を常に一定に保つためには、 I/V 変換回路 2 4 の出力電圧の最大値を V_{max} 、最小値を V_{min} とした場合に、 V_{max} と V_{min} との比を一定に保てばよい。そのため、上記のように V_{max} を V_{ref1} に一致させる場合には、 V_{min} は V_{max} から決定され、 V_{ave} は V_{max} 及び V_{min} の中間値に決定される。ゆえに、「 $V_{max} : V_{min} = R + r : r = \text{一定}$ 」と定義でき、平均値 V_{ave} の基準値、すなわち第 2 の基準値 V_{ref2} は $V_{max} \times \{ (R/2) + r \} / (R + r)$ と抵抗分割することによって設定できる。なお、基準値生成ができる方法であれば、抵抗分割以外のどのような方法でも構わない。

【 0 0 2 1 】

第 2 の基準値 V_{ref2} は、図 5 において基準値作成回路 2 8 に入る第 1 の基準値 V_{ref1} の実線矢印で示したように第 1 の基準値 V_{ref1} を基準に作成してもよいし、図 5 において最大値検出回路 2 5 から基準値作成回路 2 8 に至る破線矢印で示したように、検出した最大値 V_{max} を基準に作成してもよい。ただし、最大値 V_{max} の帰還と平均値 V_{ave} の帰還とを同時に行った場合には平衡状態になるまでに長い収束時間がかかってしまうため、予め設定した第 1 の基準値 V_{ref1} から第 2 の基準値 V_{ref2} を作成した方がよい。最大値 V_{max} 、平均値 V_{ave} とともに固定された第 1 の基準値 V_{ref1} に対しての最適化となり、収束時間の高速化が見込まれる。

【 0 0 2 2 】

図 7 は、図 5 の構成の第 1 の変形例を示している。図 7 のレーザ駆動回路は、初期バイアス決定回路 3 1 を図 5 の構成に付加したものである。初期バイアス決定回路 3 1 は、初期状態に応じたバイアス回路 2 3 の最適な初期バイアス値を自動設定する。具体的には、発光回路 2 1 a に任意の 3 点の電流 $I_{b-\alpha}$ 、 I_b 、 $I_{b+\alpha}$ を入力し、各々の場合の受光回路 2 1 b の出力電流を初期バイアス決定回路 3 1 がモニタする。 $I-P$ 特性（例えば図 1 中の特性 1 2）には折れ曲がり点があるので、バイアス電流値を連続的に変化させ、 $I_{b-\alpha}$ の場合の出力電流

と I_b の場合の出力電流との変化量（第 1 の変化量）と、 I_b の場合の出力電流と $I_b + \alpha$ の場合の出力電流との変化量（第 2 の変化量）とを検出し、第 1 の変化量と第 2 の変化量とが異なった場合には、このときの電流を LD の閾値電流 I_{th} とほぼ等しい電流と認識し、これを初期のバイアス電流 I_b として設定する。これにより、初期のバイアス電流 I_b を閾値電流 I_{th} とほぼ等しくすることができる。したがって、各々の LD にあった初期バイアス電流設定が自動でできるようになり、検査工程の簡易化、製品の低コスト化を実現できる。

【 0 0 2 3 】

なお、 α は小さい値にすればするほど、精度の良い初期バイアス電流 I_b の設定が可能となる。また、入力点は 3 点でも、それ以上でも構わないし、2 点以上の入力点から演算で求めても構わない。閾値電流 I_{th} が求まる手法であればどのような方法でも構わない。また、発光回路 2 1 a に任意の 3 点の電流 $I_b - \alpha$ 、 I_b 、 $I_b + \alpha$ を入力し、受光回路 2 1 b の出力をモニタするのだが、モニタする信号は受光回路 2 1 b の出力電流でも、 I/V 変換回路 2 4 の出力電圧でも構わない。

【 0 0 2 4 】

図 8 は、図 5 の構成の第 2 の変形例を示している。図 8 のレーザ駆動回路は、アダプティブ駆動回路 3 2 と、アダプティブバイアス回路 3 3 とを図 5 の構成に付加したものである。初期設定時や、周辺温度が急激に変化した場合や、LD 及び各構成素子の劣化が進んだ場合には、LD の閾値電流や変換効率が急激に変化することがある。このような場合に、図 5 の構成でも最適化を行うことは可能であるが最適値に収束するまでに時間がかかってしまう。そこで、ある一定量以上の変化が起こった場合には、第 1 の比較回路 2 7 から急激な変化が起こったという信号を出力し、それを受けたアダプティブ駆動回路 3 2 は、パルス電流 I_p を急激にチャージ、ディスチャージするよう LD 駆動回路 2 2 に働きかける。また、第 2 の比較回路 2 9 から急激な変化が起こったという信号を出力し、それを受けたアダプティブバイアス回路 3 3 は、バイアス電流 I_b を急激にチャージ、ディスチャージするようバイアス回路 2 3 に働きかけるのである。以上のように、図 8 の構成を採用することによって、LD 特性の急激な変化時にも高精度でかつ

高速な最適化が可能となる。なお、アダプティブ回路 3 2, 3 3 は両方同時に使ってもよいし、片方のみ使っても構わない。

【 0 0 2 5 】

図 9 は、図 5 の構成の第 3 の変形例を示している。図 9 のレーザ駆動回路は、LD 駆動電流の最大値 I_{\max} を検出するための最大値検出回路 4 1 と、LD 駆動電流の平均値 I_{ave} を検出するための平均値検出回路 4 2 とに加えて、閾値電流検出回路 4 3 と、増幅回路 4 4 とを図 5 の構成に付加したものである。閾値電流検出回路 4 3 は、 I/V 変換回路 2 4 の出力電圧の最大値 V_{\max} が第 1 の基準値 V_{ref1} より大きい場合には第 1 の比較回路 2 7 から信号を受け、2 つの最大値 V_{\max} , I_{\max} と 2 つの平均値 V_{ave} , I_{ave} より閾値電流 I_{th} を求める演算を行い、バイアス回路 2 3 へ帰還を行う。この閾値電流検出回路 4 3 における検出精度を向上させるために、受光回路 2 1 b の出力電流が小さい場合には、増幅回路 4 4 は当該出力電流を増幅する。

【 0 0 2 6 】

周辺温度が低温になった場合等、閾値電流 I_{th} が小さく、かつ変換効率が大きくなった場合には、受光回路 2 1 b の出力電流のデューティ比は 1 : 1 のままで最大光出力 P_{\max} 及び最小光出力 P_{\min} がともに大きくなる結果、消光比が劣化する（図 3 参照）。このような場合、最大値検出回路 2 5 で V_{\max} を第 1 の基準値 V_{ref1} に合わせるとともに、 V_{\max} と I_{\max} との関係と、 V_{ave} と I_{ave} との関係との 2 点から閾値電流検出回路 4 3 で閾値電流 I_{th} を演算し、その閾値電流 I_{th} をバイアス回路 2 3 のバイアス電流 I_b へ帰還することによって、より高速に最適値に収束させることができる。LD への注入電流（駆動電流） I が閾値電流 I_{th} 以上の場合には $I-P$ 特性が一次式で近似できるので、 $I-P$ 特性上の 2 点から閾値電流 I_{th} を求めるものとする。図 9 の構成を採用することによって、図 5 の構成に比べてより高速にバイアス電流 I_b を最適化することが可能となる。なお、閾値電流 I_{th} の演算方法では上記のように一次式で近似してもよいし、二次以上の多次式で近似しても構わないし、その他のどのような演算方法をとっても構わない。

【 0 0 2 7 】

図 1 0 は、図 5 の構成の第 4 の変形例を示している。図 1 0 のレーザ駆動回路は、 I/V 変換回路 2 4 の出力電圧の立ち上がりを検出するための立ち上がり検出回路 5 1 と、 I/V 変換回路 2 4 の出力電圧の立ち下がりを検出するための立ち下がり検出回路 5 2 と、これら出力電圧の立ち上がりと立ち下がりとの時間差を演算するための第 1 の演算回路 5 3 と、LD 駆動電流 I の立ち上がりを検出するための立ち上がり検出回路 5 4 と、LD 駆動電流 I の立ち下がりを検出するための立ち下がり検出回路 5 5 と、これら LD 駆動電流 I の立ち上がりと立ち下がりとの時間差を演算するための第 2 の演算回路 5 6 と、第 1 の演算回路 5 3 の出力と第 2 の演算回路 5 6 の出力とを比較してその結果をバイアス回路 2 3 へ帰還することで、デューティ比の一定な光出力が得られるようにバイアス回路 2 3 を制御するための第 3 の比較回路 5 7 とを図 5 の構成に付加したものである。

【 0 0 2 8 】

図 1 0 の構成では、発光回路 2 1 a の入力電流及び受光回路 2 1 b の出力電流の各々の立ち上がりと立ち下がりとを検出し、立ち上がりから立ち下がりまでの時間を演算する。これらの演算で得られた時間をバイアス回路 2 3 へ帰還することによって、デューティ比の一定な光出力を得ることが可能となる。また、図 1 0 の構成を用いることによって、デューティ比の劣化が生じた場合には 2 重の帰還がかかることになり、図 5 の構成に比べてより高速に最適値に収束させることが可能となる。なお、立ち上がりと立ち下がりの検出は高精度なラッチ回路を用いても構わないし、ソフト等で処理しても構わないし、時間を検出できる構成であればどのような構成でも構わない。

【 0 0 2 9 】

図 1 1 は、本発明の第 2 の実施形態に係る消光比補償レーザ駆動回路のブロック図である。図 1 1 において、2 1 はレーザモジュールであって、所定の光出力を行う一方、APC 用のモニタ光を出力するように電流-光変換を行うレーザダイオード (LD) からなる発光回路 2 1 a と、この発光回路 2 1 a の出力するモニタ光を受光するためのフォトダイオード (PD) からなる受光回路 2 1 b とで構成されている。2 2 は LD 駆動回路、2 3 はバイアス回路、2 4 は I/V 変換回路、2 5 は最大値検出回路、2 7 は比較回路、6 1 はデューティ検出回路であ

る。デューティ検出回路 61 は、基準値作成回路 62 と、チャージポンプ回路 63 とで構成される。

【0030】

LD 駆動回路 22 は、入力データ (DATA) に応じて発光回路 21a を駆動するようにパルス電流 I_p を供給する。バイアス回路 23 は、LD 駆動回路 22 から出力されるパルス電流 I_p にバイアス電流 I_b を付加する。つまり、発光回路 21a への注入電流 (駆動電流) I は $I_b + I_p$ に等しい。 I/V 変換回路 24 は、受光回路 21b の出力を電流-電圧変換する。最大値検出回路 25 は、 I/V 変換回路 24 の出力電圧の最大値 V_{max} を検出する。比較回路 27 は、最大値検出回路 25 の出力した最大値 V_{max} と予め設定した第 1 の基準値 (第 1 の基準電圧) V_{ref1} とを比較し、その差が 0 になるように比較結果を LD 駆動回路 22 へ帰還することで、パルス電流 I_p をチャージ、ディスチャージする。

【0031】

デューティ検出回路 61 は、 I/V 変換回路 24 の出力電圧のデューティ比を検出し、バイアス回路 23 へ帰還する。図 11 の構成では、 I/V 変換回路 24 の出力電圧の High 期間、Low 期間に応じてチャージポンプ回路 63 の入力電圧値が上下し、その電圧変動をバイアス回路 23 へ帰還することによって、最終的には光出力のデューティ比が一定値に収束する特性を利用している。High 期間、Low 期間の閾値には、基準値作成回路 62 で V_{ref1} から基準値 (基準電圧) V_{ref3} を作成して用いる。

【0032】

本実施形態では、デューティ検出回路 61 において検出したデューティ比が 1 : 1 でなければ、その比に応じてバイアス回路 23 へ帰還を行う。つまり、図 2 に示したように高温時には Low 期間の比率が高くなるので、高温時にはバイアス電流 I_b を増加させることで、光出力のデューティ比が 1 : 1 になるように制御する。

【0033】

以上のように、図 11 の構成を採用することによって、図 5 の場合に比べて簡易な構成で、最大光出力、消光比及びデューティ比を常に一定にすることが可能

となる。なお、デューティ比の検出はA/D変換回路を用いても構わないし、ローパスフィルタ（LPF）回路を用いても構わないし、デューティ比の検出ができる構成であればどのような回路構成を用いても構わない。

【0034】

図12は、図11の構成の1つの変形例を示している。図12のレーザ駆動回路では、デューティ検出回路61が2つの平均値検出回路64、66と、反転回路65と、比較回路67とで構成される。一方の平均値検出回路64はI/V変換回路24の正相の出力電圧の平均値を、他方の平均値検出回路66はI/V変換回路24の逆相の出力電圧の平均値をそれぞれ検出する。比較回路67は、両平均値検出回路64、66の出力を比較し、結果をバイアス回路23へ帰還する。この構成では、デューティ比が1:1であれば、正相の出力電圧の平均値と逆相の出力電圧の平均値とが等しくなることを利用している。両平均値検出回路64、66はLPF回路を用いることによって容易に構成することができる。なお、平均値を検出できる構成であればどのような回路構成を用いても構わない。

【0035】

【発明の効果】

以上説明してきたように、本発明によれば、温度変動、プロセス変動、長期間使用による劣化等に起因してLDの閾値電流及び変換効率に変動が生じた場合にも、当該LDに与えるバイアス電流及びパルス電流を最適化することで、最大光出力、消光比及びデューティ比を常に一定に制御できるレーザ駆動回路を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

常温時における従来のレーザダイオード駆動例を示す特性図である。

【図2】

高温時における従来のレーザダイオード駆動例を示す特性図である。

【図3】

低温時における従来のレーザダイオード駆動例を示す特性図である。

【図4】

周囲温度によらず一定の最大光出力、消光比及びデューティ比が得られる理想的なレーザダイオード駆動例を示す特性図である。

【図 5】

本発明の第 1 の実施形態に係るレーザ駆動回路のブロック図である。

【図 6】

図 5 中の基準値作成回路の構成例を示す回路図である。

【図 7】

図 5 の構成の第 1 の変形例を示すブロック図である。

【図 8】

図 5 の構成の第 2 の変形例を示すブロック図である。

【図 9】

図 5 の構成の第 3 の変形例を示すブロック図である。

【図 1 0】

図 5 の構成の第 4 の変形例を示すブロック図である。

【図 1 1】

本発明の第 2 の実施形態に係るレーザ駆動回路のブロック図である。

【図 1 2】

図 1 1 の構成の 1 つの変形例を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 1, 1 2, 1 3 電流－光変換特性
- 2 1 レーザモジュール
- 2 1 a 発光回路（レーザダイオード：LD）
- 2 1 b 受光回路（フォトダイオード：PD）
- 2 2 LD駆動回路
- 2 3 バイアス回路
- 2 4 I/V変換回路
- 2 5 最大値検出回路
- 2 6 平均値検出回路
- 2 7, 2 9 比較回路

- 2 8 基準値作成回路
- 3 1 初期バイアス決定回路
- 3 2 アダプティブ駆動回路
- 3 3 アダプティブバイアス回路
- 4 1 最大値検出回路
- 4 2 平均値検出回路
- 4 3 閾値電流検出回路
- 4 4 増幅回路
- 5 1, 5 4 立ち上がり検出回路
- 5 2, 5 5 立ち下がり検出回路
- 5 3, 5 6 演算回路
- 5 7 比較回路
- 6 1 デューティ検出回路
- 6 2 基準値作成回路
- 6 3 チャージポンプ回路
- 6 4, 6 6 平均値検出回路
- 6 5 反転回路
- 6 7 比較回路
- DATA 入力データ
- I 注入電流 (駆動電流)
- I ave 平均値 (平均電流)
- I b, I b1, I b3 バイアス電流
- I max 最大値 (最大電流)
- I p, I p1, I p3 パルス電流
- I th1, I th2, I th3 閾値電流
- P 光出力
- P max, P max1, P max3 最大光出力
- P min, P min1, P min3 最小光出力
- T 1, T 2, T 3 温度

Vave 平均值 (平均電圧)

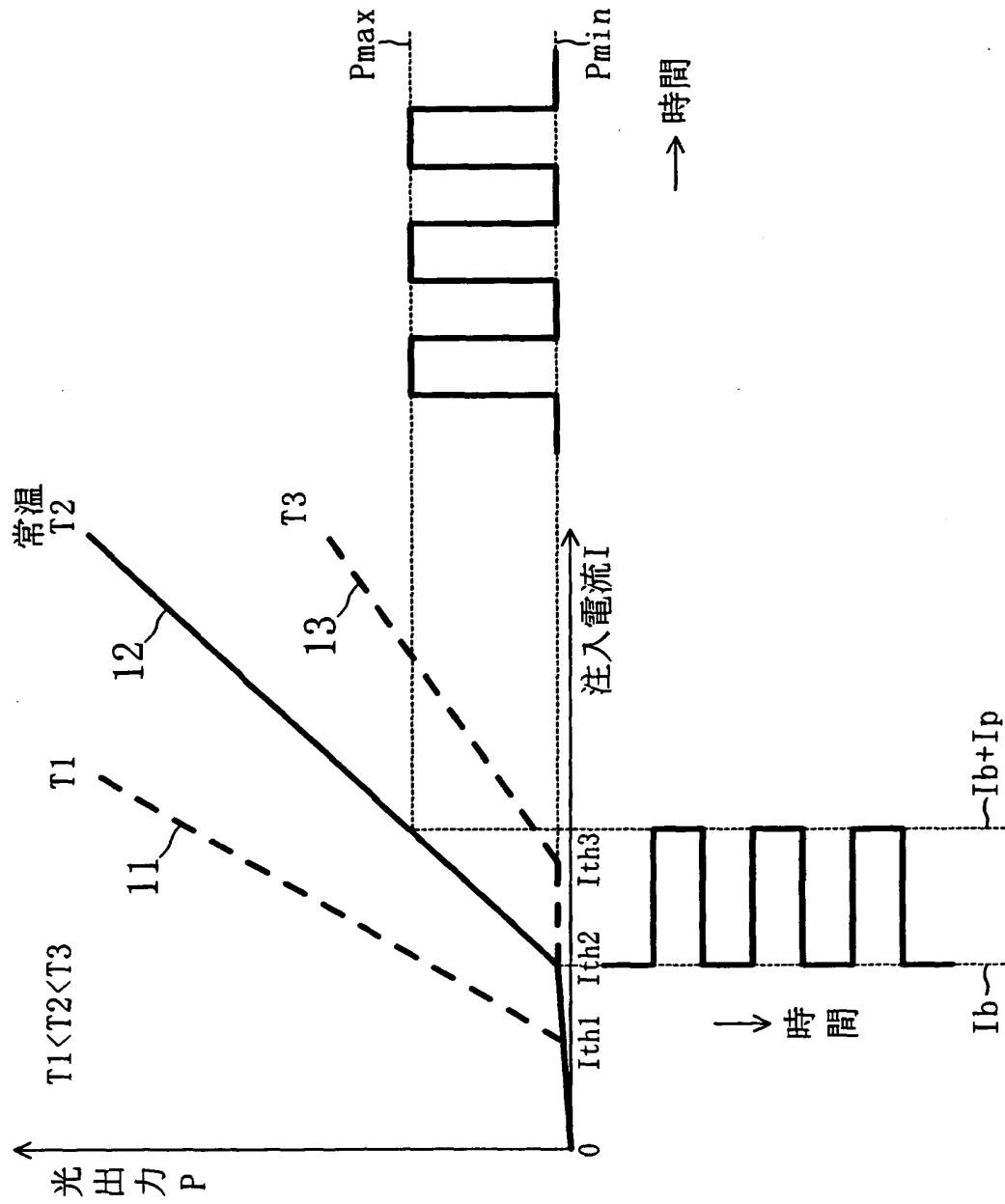
Vmax 最大值 (最大電圧)

Vref1, Vref2, Vref3 基準値 (基準電圧)

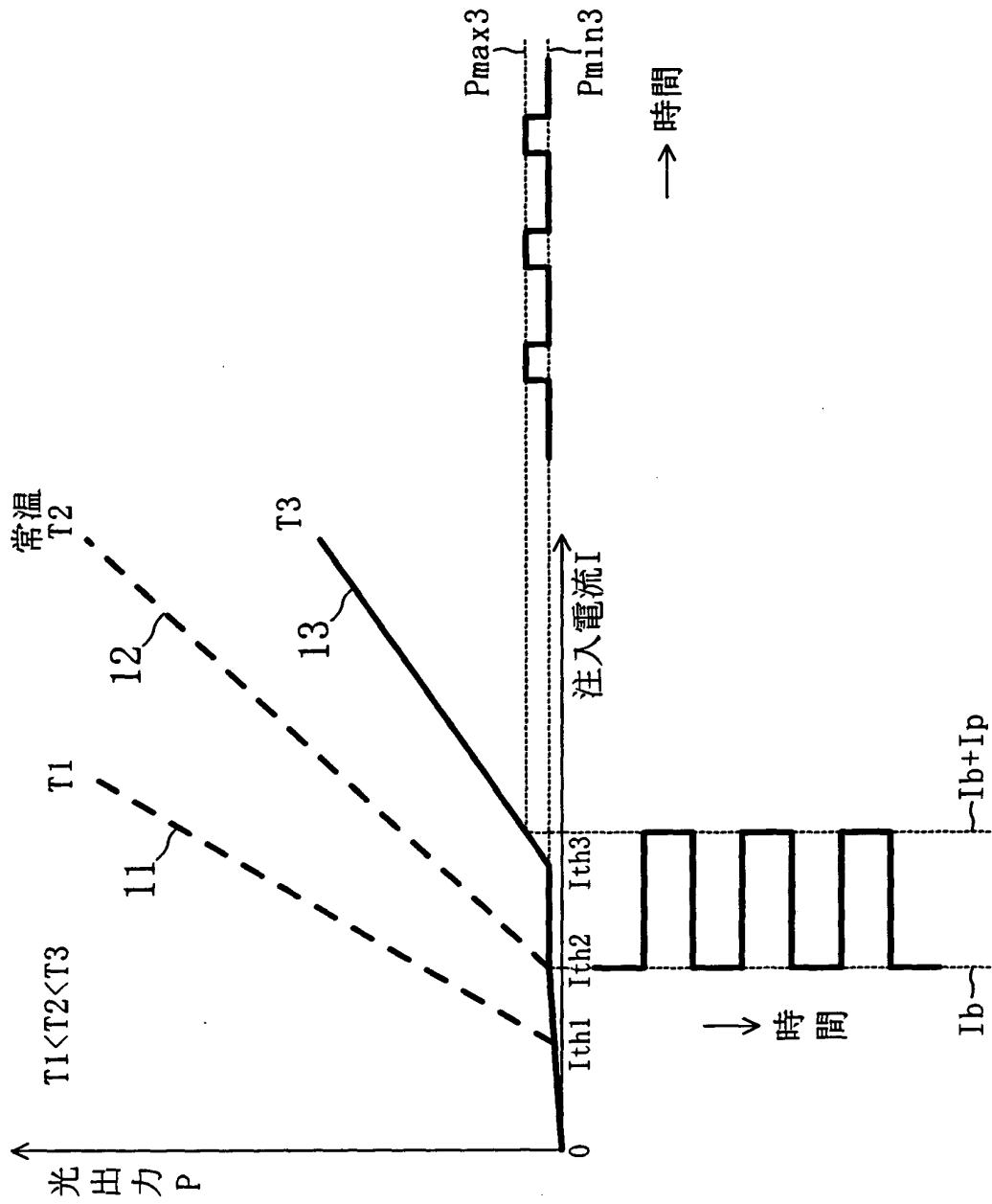
【書類名】

図面

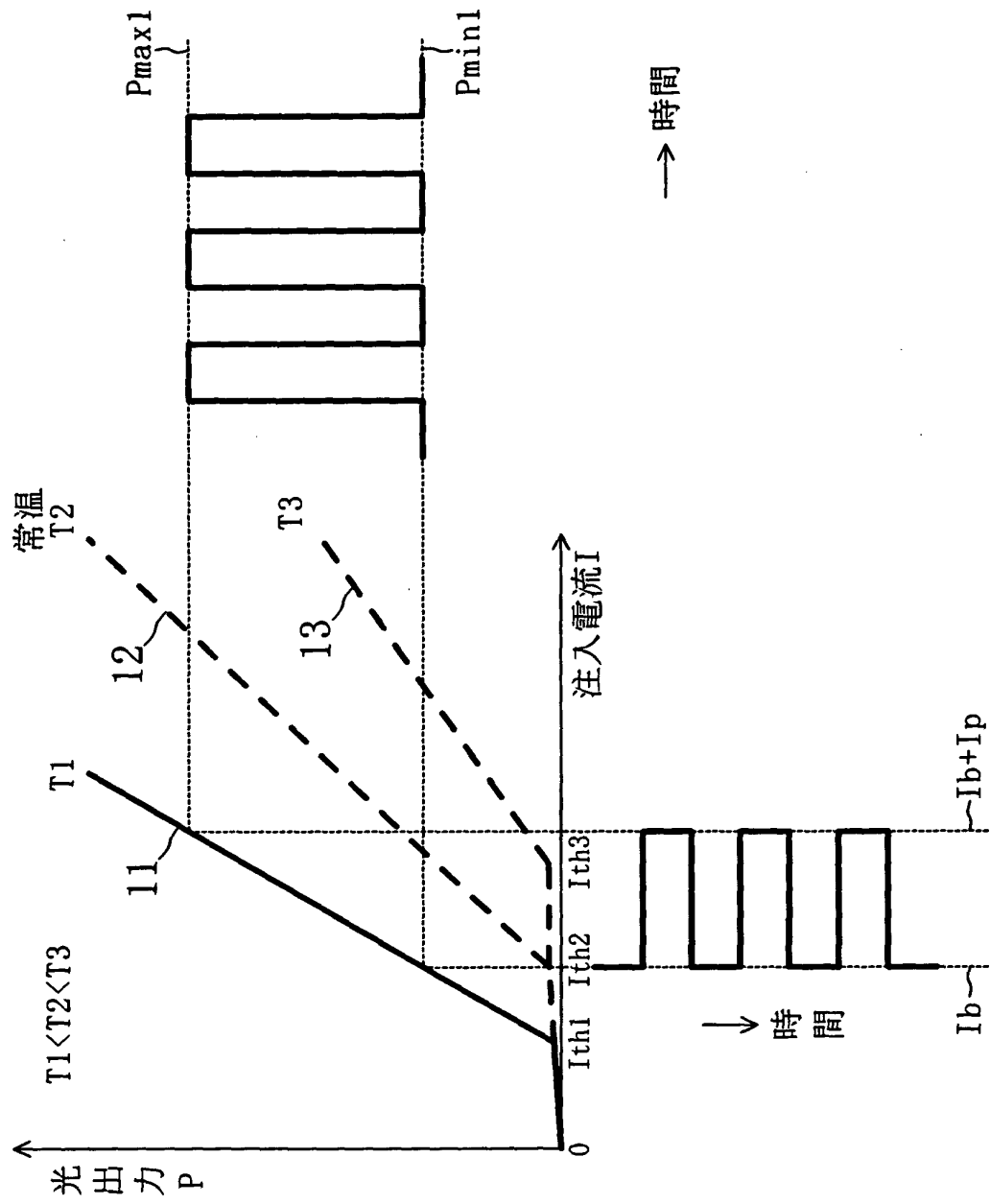
【図1】



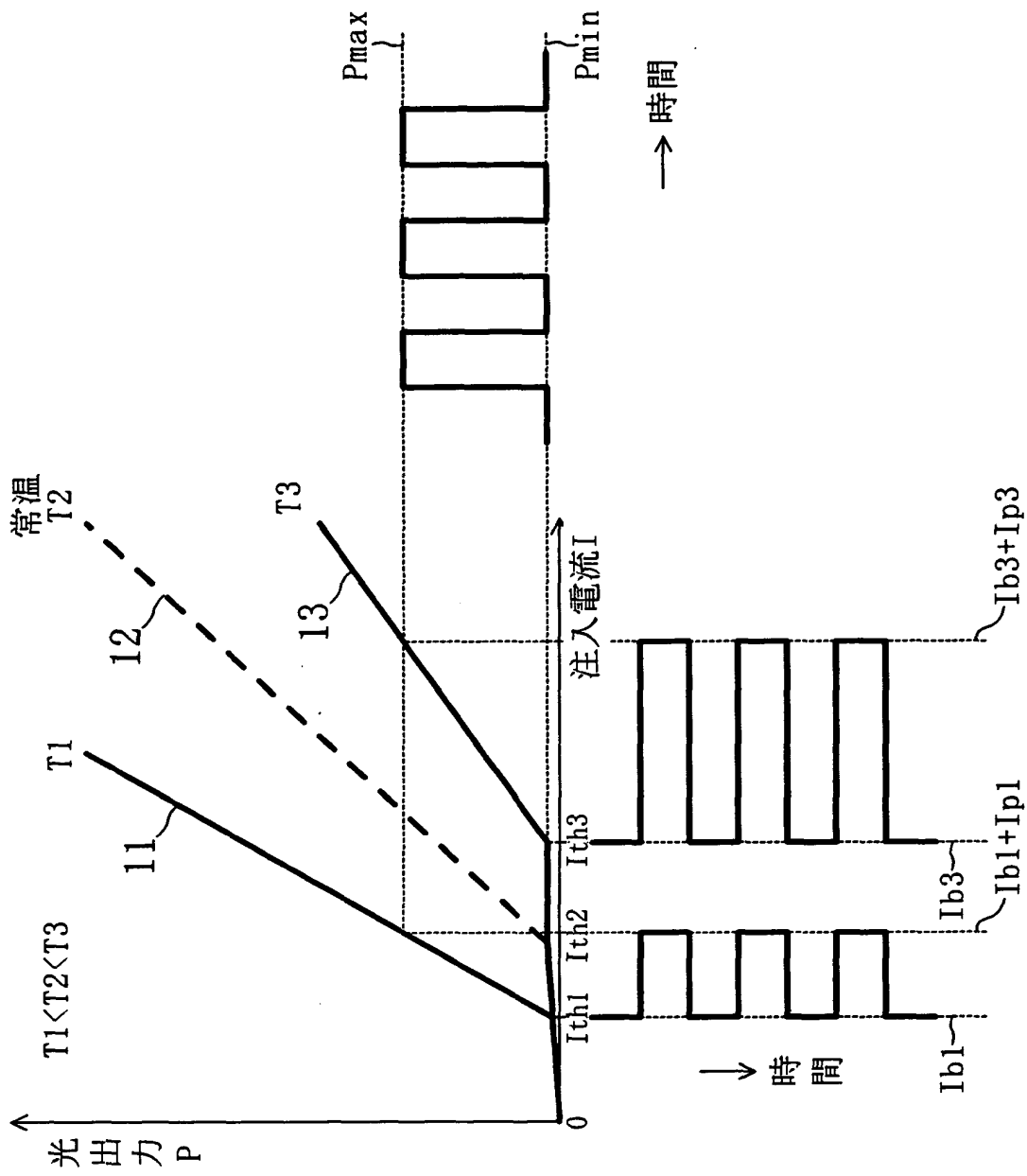
【図 2】



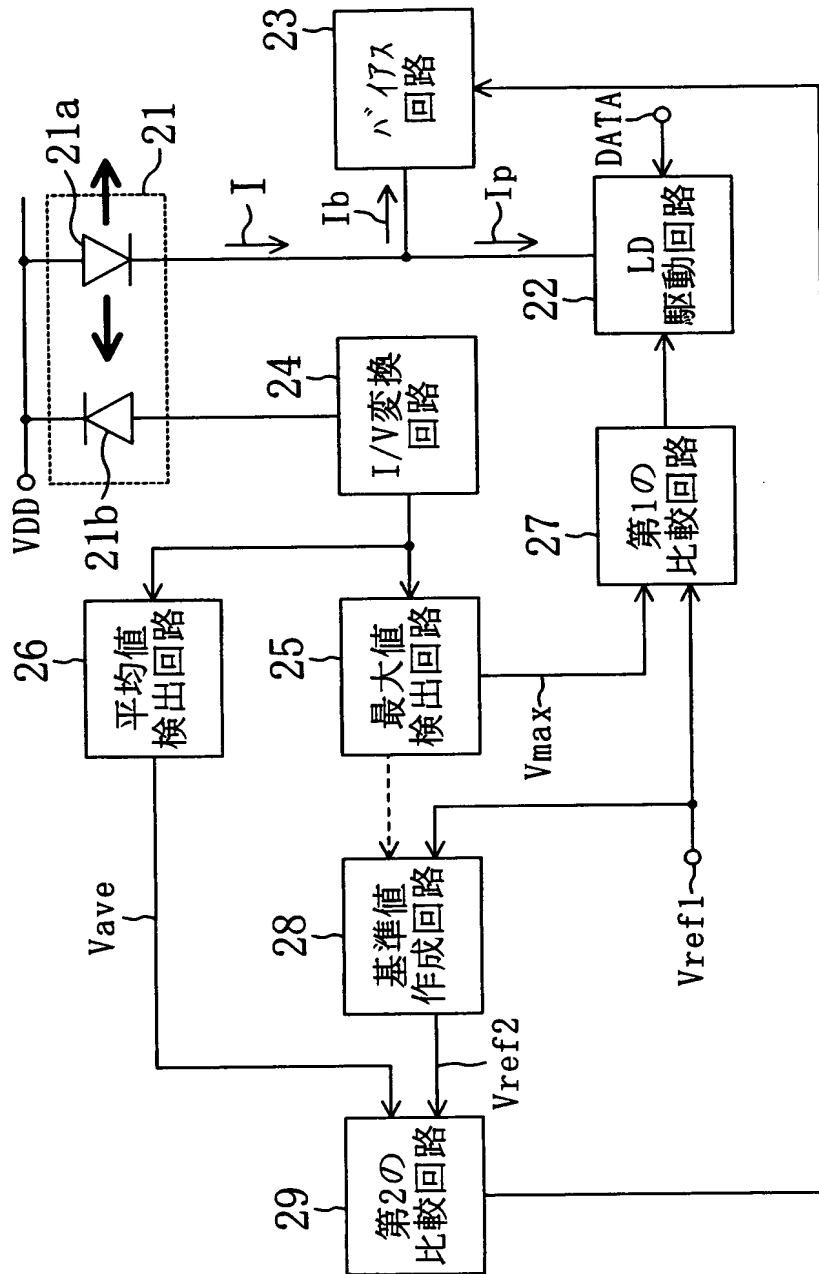
【図3】



【図4】

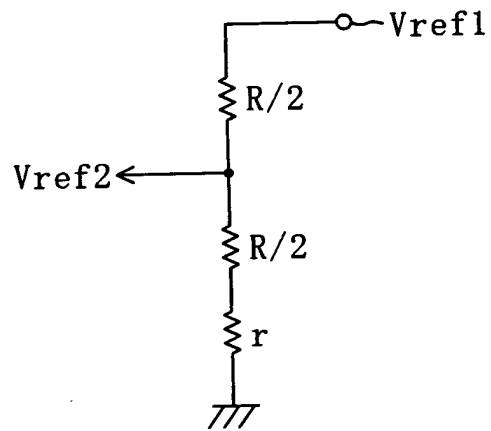


【図5】

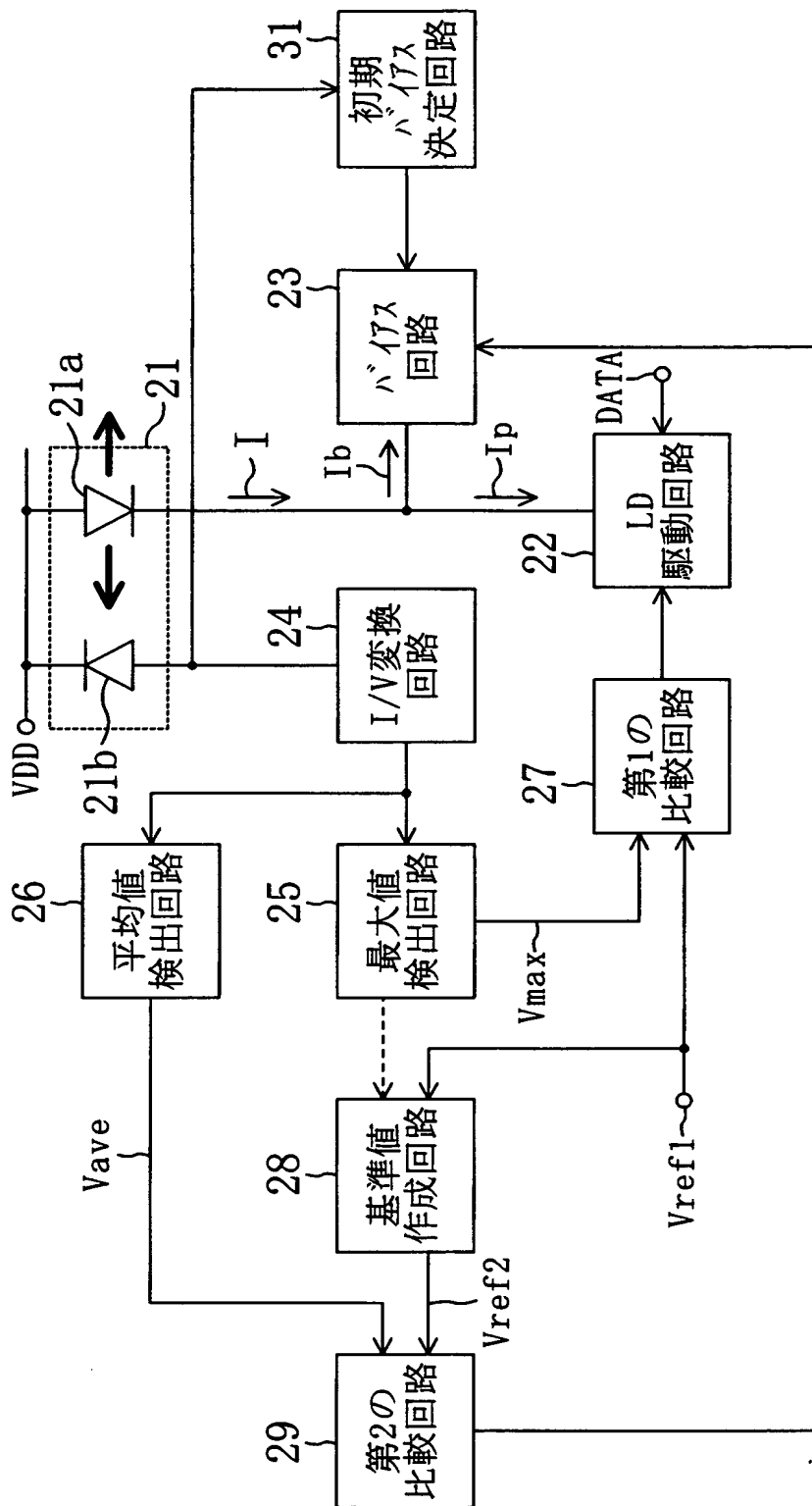


【図 6】

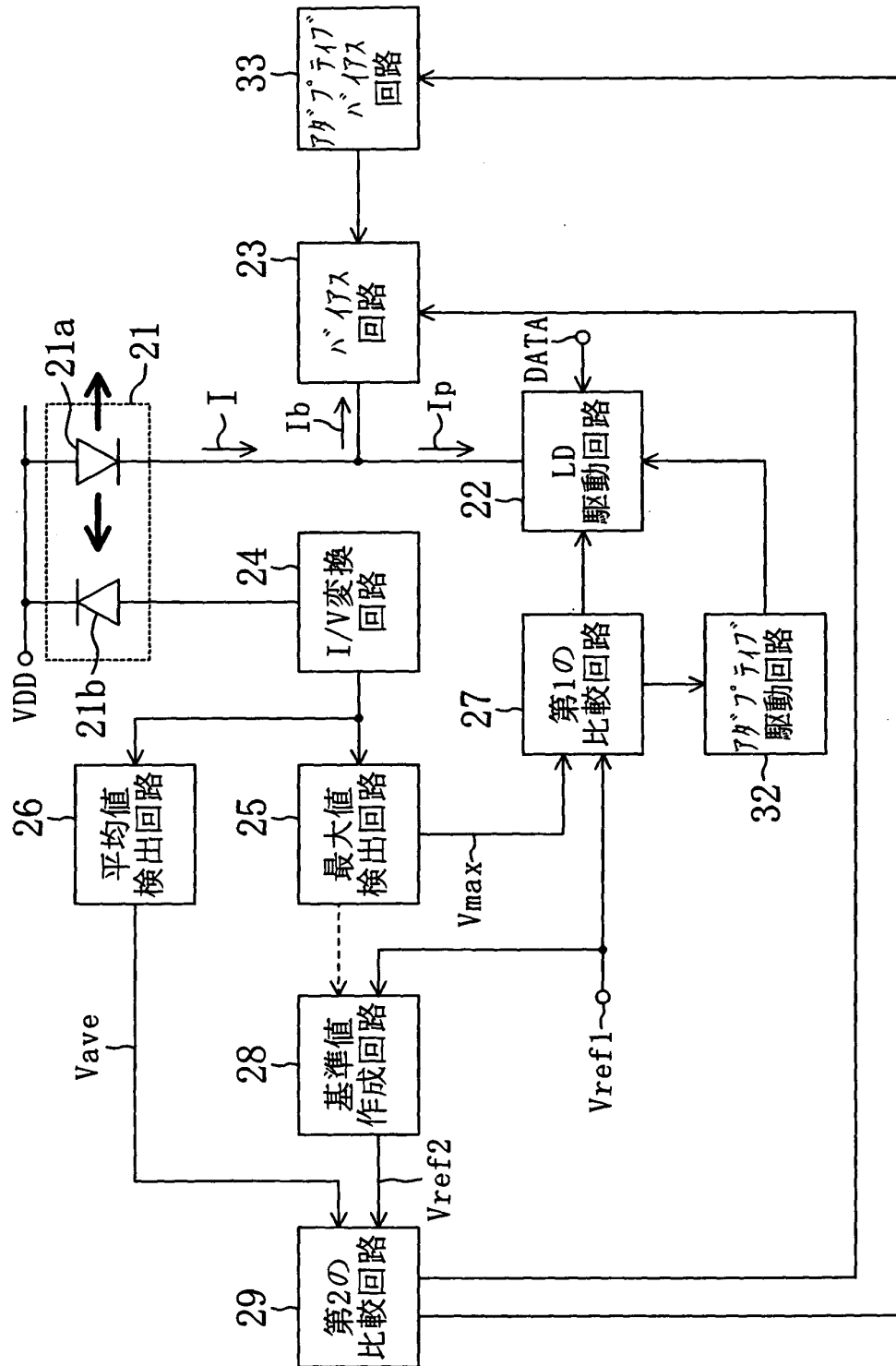
28



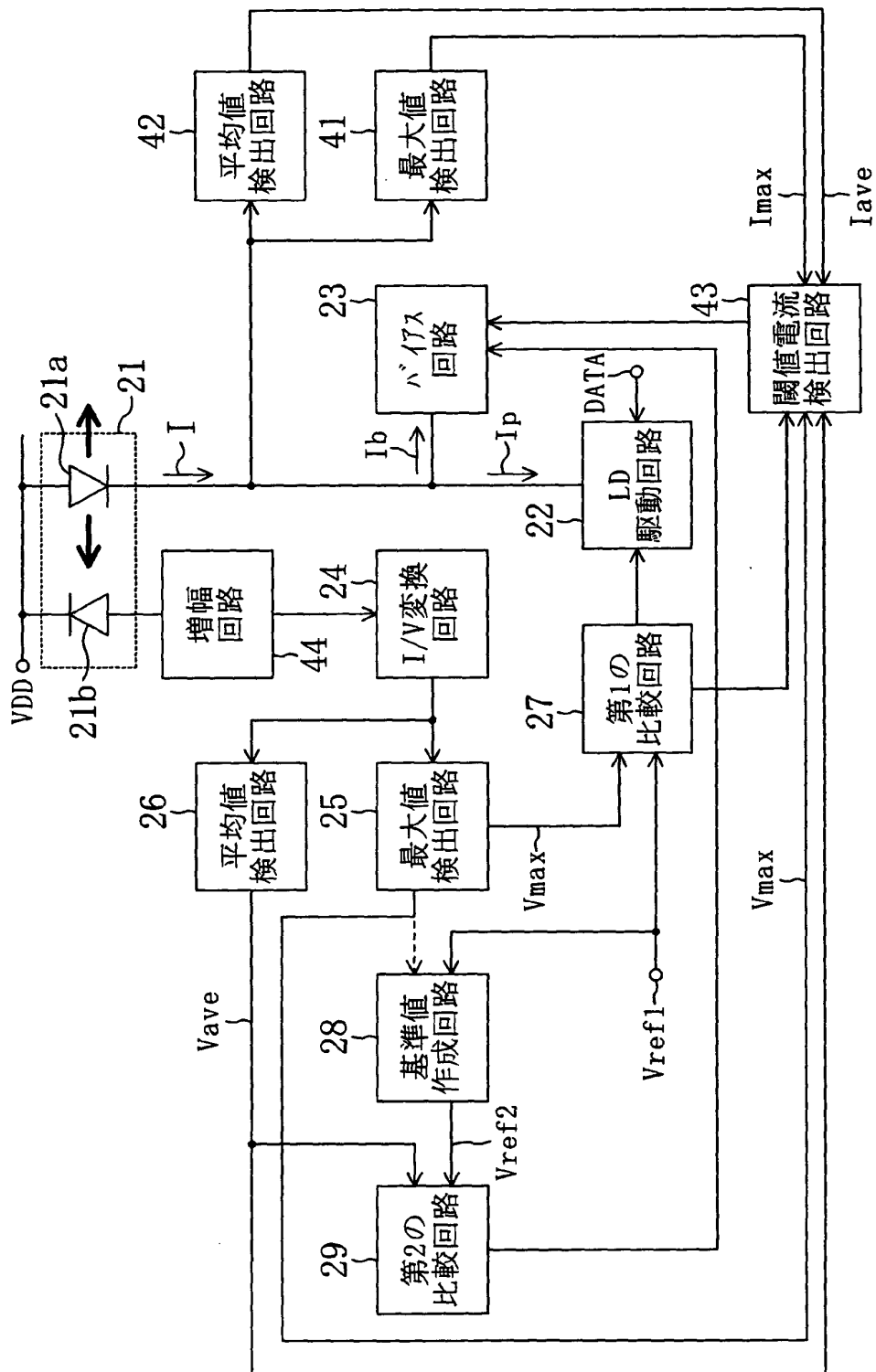
【図7】



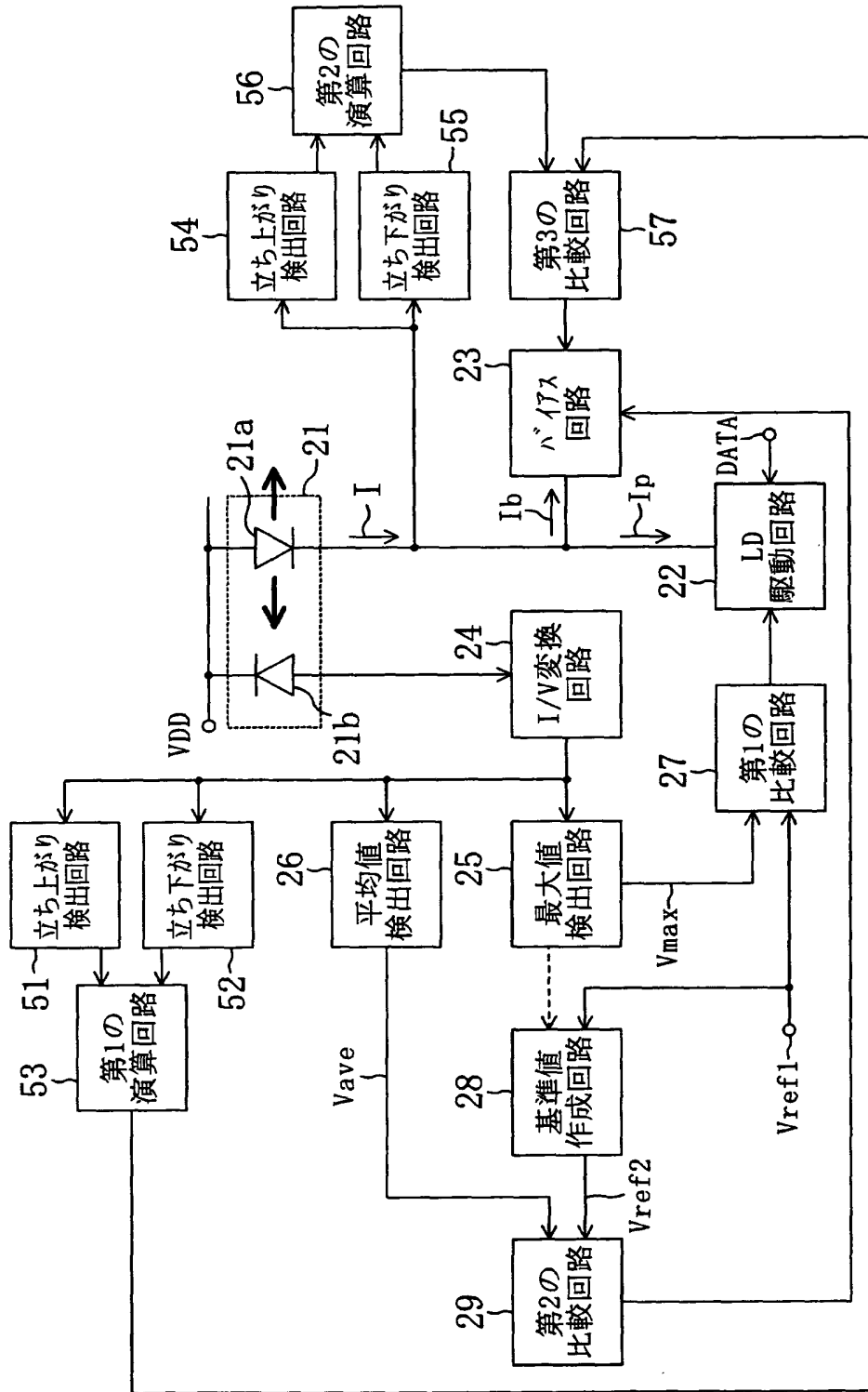
【図8】



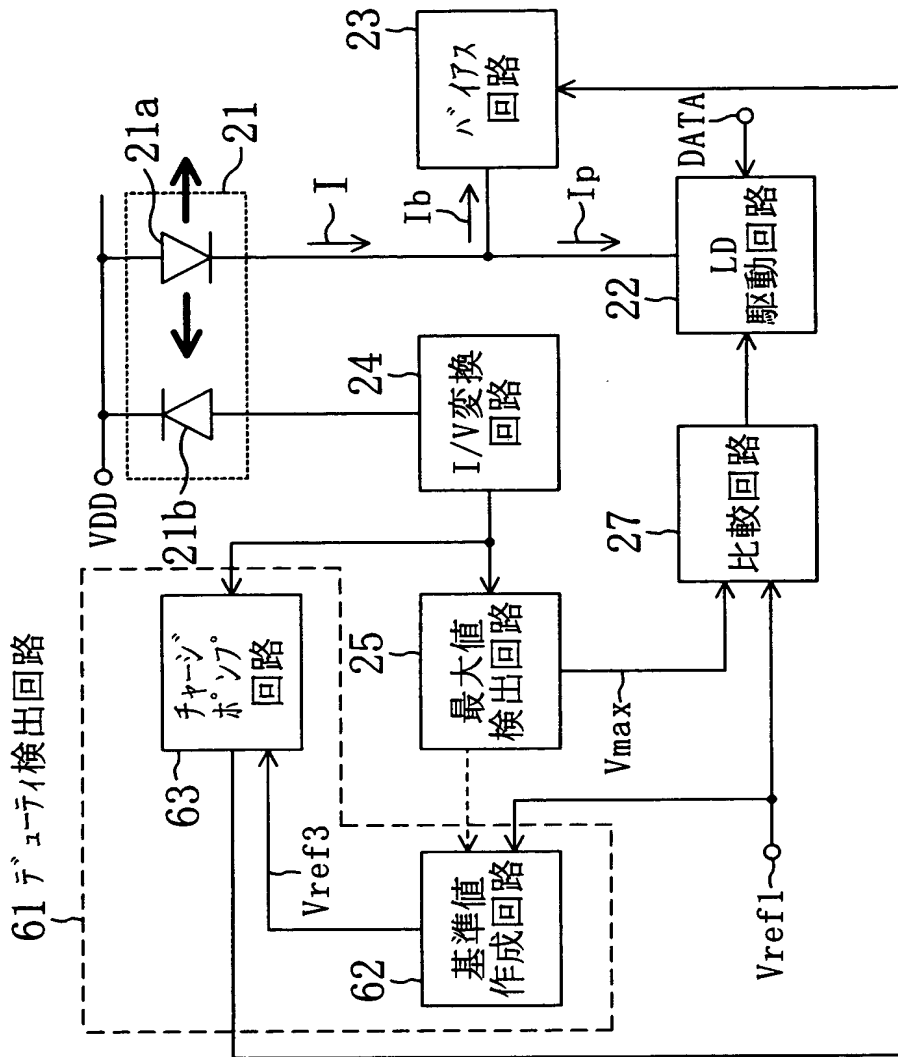
【图 9】



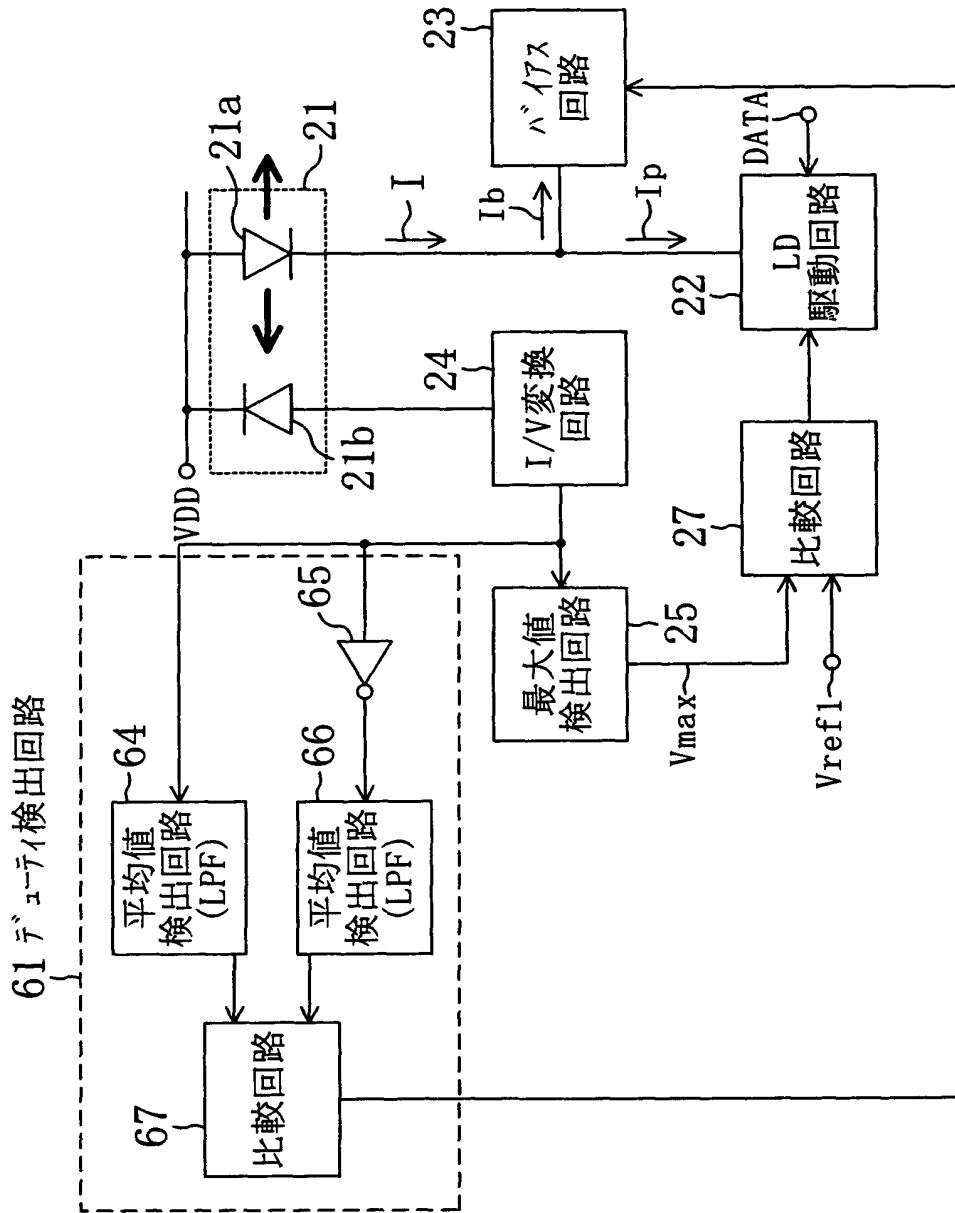
【図10】



【図11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザダイオード（LD）の閾値電流及び変換効率に変動が生じた場合でも最大光出力、消光比及びデューティ比を常に一定に制御できるレーザ駆動回路を提供する。

【解決手段】 LDからなる発光回路21aと、該発光回路を駆動するためのLD駆動回路22と、該LD駆動回路から出力されるパルス電流にバイアス電流を付加するためのバイアス回路23と、発光回路の出力するモニタ光を受光するための受光回路21bと、該受光回路の出力を電流－電圧変換するためのI/V変換回路24と、該I/V変換回路の出力電圧の最大値及び平均値をそれぞれ検出するための最大値検出回路25及び平均値検出回路26と、検出した最大値と第1の基準値とを比較して結果をLD駆動回路へ帰還するための第1の比較回路27と、検出した平均値と第2の基準値とを比較して結果をバイアス回路へ帰還するための第2の比較回路29とを設ける。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名	松下電器産業株式会社